

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2543643

МНОГОСЛОЙНОЕ, ИЗНОСОСТОЙКОЕ ПОКРЫТИЕ

Патентообладатель(ли): *Публичное акционерное общество "ФЭД"*
(UA)

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013133367

Приоритет изобретения 17 июля 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации 02 февраля 2015 г.

Срок действия патента истекает 17 июля 2033 г.

*Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Л.Л. Кирий



Автор(ы): *Сагалович Алексей Владиславович (UA), Сагалович Владислав Викторович (UA), Попов Виктор Васильевич (UA), Кононыхин Александр Владимирович (UA), Богославец Владимир Иванович (UA)*



(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(19) RU (11) 2 543 643 (13) C1

(51) МКП
F16K 3/30 (2006.01)
C23C 14/02 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2013133367/06, 17.07.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 17.07.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.07.2013

(45) Опубликовано: 10.03.2015 Бюл. № 7

(56) Список документов, цитированных в отчете о

поиске: US 20090123737 A1, 14.05.2009. RU 2427749 C2, 27.08.2011. Современные техника и технологии: сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции в 3 т. Т.3./ Томский политехнический университет; Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. 495 с. RU 99841 U1, 27.11.2010. DE 10210839 A1, 19.09.2002. EP 0605223 A1, 06.07.1994

Адрес для переписки:

61108, Украина, г. Харьков, а/я 2095, ул. Павлика Морозова, 2, кв. 12, Пат. Пов. Серюгина Алла Сергеевна

(54) МНОГОСЛОЙНОЕ, ИЗНОСОСТОЙКОЕ ПОКРЫТИЕ

(57) Формула изобретения

1. Многослойное покрытие, расположенное на предварительно азотированной поверхности, содержащее слои нитрида титана, отличающееся тем, что покрытие выполнено из четырех слоев, каждый из которых сформирован из нанослоев, при этом первый слой выполнен из нанослоев титана, третий и четвертый выполнены из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана, при различных соотношениях толщин нанослоев титана и нитрида титана в два раза меньшей чем каждый из следующих слоев. 2. Многослойное покрытие по п. 2, отличающееся тем, что первый слой из нанослоев титана выполнен толщиной 2 нм и 8 нм. 3. Многослойное покрытие по п. 2, отличающееся тем, что второй слой из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана выполнен толщиной 0,2-0,3 мкм. 4. Многослойное покрытие по п. 2, отличающееся тем, что чередующиеся нанослои титана и нитрида титана выполнены с периодом повторяемости 10 нм и толщиной 2 нм и 8 нм. 5. Многослойное покрытие по п. 2, отличающееся тем, что третий слой выполнен

RU 2 543 643 C 1

RU 2 543 643 C 1

из чередующихся нанослоев нитрида титана и нитрида алюминия TiN-AlN (50/50) с периодом повторяемости 20 нм и одинаковой толщиной отдельных нанослоев, при этом суммарная толщина третьего слоя составляет 0,5-0,7 мкм.

6. Многослойное покрытие по п. 2, отличающееся тем, что четвертый слой выполнен из чередующихся нанослоев нитрида титана и нитрида алюминия TiN-AlN (30/70) с периодом повторяемости 12 нм, толщиной отдельных слоев 4 нм и 8 нм, суммарной толщиной 0,5-0,7 мкм.

R U 2 5 4 3 6 4 3 C 1

R U 2 5 4 3 6 4 3 C 1

Сведения об изменениях или дополнениях
отражаются в Приложении к патенту

КУ 2543643 С1

И
НЭ

Отпечатано отделением подготовки и выпуска
официальной информации ФИПС



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013133367/06, 17.07.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.07.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.07.2013

(45) Опубликовано: 10.03.2015 Бюл. № 7

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 20090123737 A1, 14.05.2009. RU 2427749 C2, 27.08.2011. Современная техника и технологии: сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции в 3 т. Т.3./ Томский политехнический университет; Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. 495 с. RU 99841 U1, 27.11.2010. DE 10210839 A1, 19.09.2002. EP 0605223 A1, 06.07.1994

Адрес для переписки:

61108, Украина, г. Харьков, а/я 2095, ул. Павлика Морозова, 2, кв. 12, Пат. Пов. Серюгина Алла Сергеевна

(72) Автор(ы):

Сагалович Алексей Владиславович (UA),
Сагалович Владислав Викторович (UA),
Попов Виктор Васильевич (UA),
Кононыхин Александр Владимирович (UA),
Богославцев Владимир Иванович (UA)

(73) Патентообладатель(и):

Публичное акционерное общество "ФЭД"
(UA)

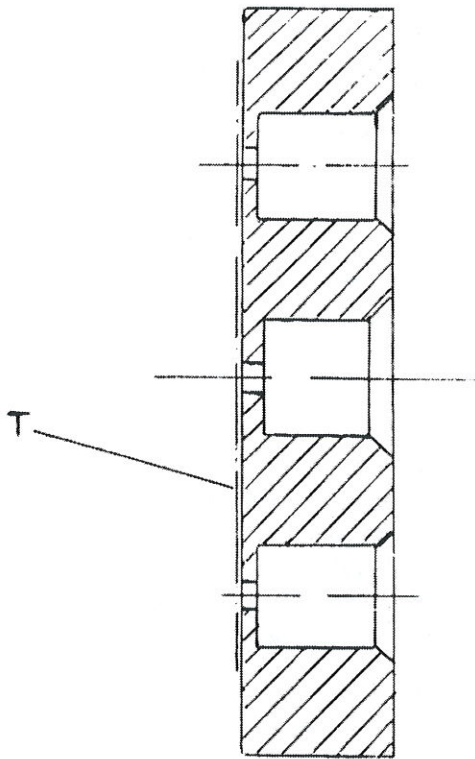
(54) МНОГОСЛОЙНОЕ, ИЗНОСОСТОЙКОЕ ПОКРЫТИЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к трубопроводной арматуре и предназначено для дисковых клапанов средних и больших размеров, может быть использовано в машиностроении, агрегатно- и двигателестроении при создании запорных и регулирующих конструкций для регулирования больших расходов и перепадов давлений, в частности в дисковых клапанах с улучшенными функциональными свойствами такими, как антифрикционные, прочностные, износостойкие, эрозионно стойкие и пр. Многослойное покрытие расположено на предварительно азотированной поверхности и содержит слои нитрида титана, причем покрытие выполнено из четырех слоев, каждый из которых сформирован из нанослоев, при этом первый слой выполнен из нанослоев титана, второй из чередующихся нанослоев

титана и нитрида титана, третий и четвертый выполнены из чередующихся нанослоев нитрида титана и нитрида алюминия при разных соотношениях толщин нанослоев. Изобретение позволяет увеличить длительность работы золотниковой пары с 200 час до 4000 час. 5 з.п. ф-лы, 5 ил., 1 табл.

RU 2543643 C1



Фиг. 1

RU 2543643 C1

Изобретение относится к трубопроводной арматуре и предназначено для дисковых клапанов средних и больших размеров, может быть использовано в машиностроении, агрегатно- и двигателестроении при создании запорных и регулирующих конструкций для регулирования больших расходов и перепадов давлений, в частности в дисковых клапанах с улучшенными функциональными свойствами такими, как антифрикционные, прочностные, износостойкие, эроззионстойкие и пр.

Надежность работы трубопроводной системы определяется, в частности, прочностью и долговечностью подвижных деталей регулирующих устройств, какими являются, например, золотниковые пары регулирующих и запорных устройств. Известно, что дисковые золотниковые пары наиболее часто используются в таких устройствах, как, например, осевой запорно-регулирующий клапан [см. описание к патенту РФ №2375627, М. кл. F16K 3/08, опубл. 10.12.09 г.], в котором надежность и долговечность обеспечиваются за счет расположения механизма, приводящих в движение золотник относительно седла.

Однако в результате длительной эксплуатации такого механизма надежность клапана существенно снижается не за счет износа деталей механизма управления движением золотника, а вследствие износа поверхности золотника и седла клапана. Известен также осевой запорно-регулирующий дисковый клапан [см. описание к патенту РФ №238292, М. кл. F16K 3/08, опубл. 27.02.10 г.], в котором, благодаря особенностям исполнения золотника, установка оригинального плавающего периферийного уплотнения, наличием разгрузки клапана и рычажного механизма, обеспечиваются герметичность и долговечность клапана, при этом поверхность золотника и седла выполнены из износостойкого материала. Однако, как следует из описания, использование износостойкого материала на поверхностях золотника и седла оказывается недостаточной и требуется существенного улучшения конструкции золотника, что снижает его надежность и долговечность устройства в целом.

Стремление снизить нагрузки на золотниковую пару и повысить долговечность дискового клапана приводит к существенному усложнению конструкции регулирующих дисковых клапанов, как, например, в устройстве [см. описание к патенту РФ №2249141, М. кл. F16K 39/00, опубл. 27.03.03 г.], в котором золотник соединен с поршнем, создающим разгружающее воздействие на золотник. Или [см. описание к патенту РФ №2 160862, М. кл. F 16 K 39/04, опубл. 20.12.00 г.], в котором показана конструкция сложного устройства, долговечность и надежность которого будет в конечном счете определяться долговечностью и надежностью золотниковой пары.

Таким образом, усложнение конструкции устройств не обеспечивает их необходимой долговечности в целом, поскольку требуется затрат на реставрацию золотника прежде, чем это потребуют другие детали устройства.

Поэтому для prolongации срока службы, например золотниковой пары, используют различные способы ее восстановления, в частности известные способы восстановления соединений типа «плоская золотниковая пара» [см. описание к патенту РФ №2230645, М. кл. B23F 6/00, опубл. 20.06.04 г.], в котором на поверхность золотника выкладывают наплавку, т.е. формируют слой, состоящий из алюминидовых или алюминидо-марганцевых бронз толщиной 90-140 мкм, с микротвердостью 3260-5440 МПа.

Описанное выше техническое решение способствует повышению ресурса плоских золотниковых пар, снижает затраты на эксплуатацию упомянутых выше устройств. Однако использование мягких бронз возможно в тех случаях, когда золотниковую пару используют при работе с высококачественными средами, поскольку эрозивная стойкость

их оказывается недостаточной.

Известна, например, дисковая пара [см. описание к патенту РФ №2285183, М. кл. F16K 3/08, опубл. 10.10.2008 г.] в составе разгруженного дискового регулирующего клапана, выполненная из специальных материалов, простая по конструкции, которая
5 может обеспечить надежную и долговечную работу устройства при условии стабильности свойств контактирующих поверхностей.

Однако, как и в других случаях, износ контактирующих поверхностей золотниковой пары сводит на нет возможности конструкции разгруженного дискового регулирующего клапана. Дальнейшее повышение надежности дисковых пар связано с применением
10 новых материалов и новых технологий.

Известно износостойкое ионно-плазменное покрытие на основе нитрида хрома, нанесенное на металлическое изделие [см. описание к патенту РФ №2025543, М. кл. C23C 14/08, опубл. 30.12.1994 г.], содержащее ванадий в составе нитрида (Cr-V)N при
15 следующем соотношении хрома и ванадия, ат. %: Cr 28-50, V 50-72.

Описанное выше покрытие может использоваться в промышленности для повышения износостойкости режущего и технологического инструмента, обладает относительной износостойкостью 1-3.08, которая изменяется в зависимости от состава.

Износостойкость такого покрытия относительно высока, но его применение ограничено в основном режущим инструментом, т.е. рассчитано на возможность
20 быстрого восстановления в условиях промышленного производства.

Известно также износостойкое ионно-плазменное покрытие на основе сложного нитрида титана, алюминия и хрома ($Ti_xAl_yCr_z$)N, нанесенное на металлическое или керамическое изделие [см. описание к патенту РФ №2050060, М. кл. C23C 14/06, опубл.
25 27.11.2010 г.], в котором содержание хрома (z) зависит от содержания алюминия и титана и находится в пределах от 1/7 до 1/5 от (x-y), при этом $0,05 \leq x \leq y$, $x/y < 1$.

Описанное выше покрытие обладает повышенной износостойкостью и может быть использовано для режущего инструмента, т.е. его функциональные возможности также ограничиваются этой областью.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению по назначению, технической
30 сущности и достигаемому результату при использовании является многослойное, износостойкое покрытие, содержащее азотированный слой и слои нитрида титана [см. описание к патентной заявке США №US 2009/0123737. Покрытие обработанной поверхности, устойчивое к эрозии твердыми частицами, М. кл. B32B 18/00, опубл.
35 14.05.2009 г.], в котором нитрид титана расположен на азотированном слое, полученным обычным путем, и чередуется со слоями ALCrN толщиной от 10 нм до 100 нм при общей толщине от 19 мкм до 20 мкм.

Такое покрытие способно оказать заметное сопротивление эрозии твердым частицам.

Однако формирование такого покрытия сопровождается существенным изменением геометрических параметров рабочих поверхностей. Для использования обработанных
40 поверхностей в целом ряде устройств необходима их дополнительная механическая обработка, связанная с уменьшением толщины покрытия до 1-2 мкм, сводящая на нет результаты химико-термической обработки.

Необходимым условием работоспособности распределительной золотниковой пары является минимальная сила трения, которая при работе в среде, например, авиационного
45 топлива обеспечивается гидростатической разгрузкой, а также высокой твердостью деталей (≥ 61 HRC) и точными геометрическими параметрами рабочих поверхностей (неплоскостность $\leq 0,0006$ мм и шероховатость $R_a=0,02$).

Однако в процессе эксплуатации нередко дефекты из-за возникновения

микроповреждений рабочей плоскости золотника твердыми частицами, которые находятся в рабочей жидкости, что приводит к увеличению силы трения. Поэтому целью предлагаемого технического решения является увеличение срока службы, например, дисковой золотниковой пары путем повышения твердости и уменьшения износа поверхности золотника, контактирующей с седлом.

5 Предлагаемая цель достигается также тем, что в известном многослойном, многослойном покрытии, содержащем слой нитрида титана, расположенные на предварительно азотированной поверхности, согласно изобретению покрытие выполнено из четырех слоев, каждый из которых сформирован из нанослоев, при этом первый слой выполнен из нанослоев титана, второй слой - из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана, третий и четвертый слои выполнены из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана, при этом первый слой выполнен из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана, третий и четвертый слои выполнены из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана, при этом первый слой выполнен из нанослоев титана, второй - из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана, третий и четвертый - из чередующихся нанослоев нитрида титана и нитрида титана. Согласно изобретению третий слой выполнен из чередующихся нанослоев нитрида титана и нитрида алюминия $TiN-AlN$ (50/50) с периодом повторяемости 20 нм и однаковая толщина нанослоев, при этом суммарная его толщина составляет 0,5-0,7 мкм.

15 Согласно изобретению второй слой из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана выполнен толщиной 0,2-0,3 мкм. Согласно изобретению чередующиеся нанослои титана и нитрида титана выполнены с периодом повторяемости 10 нм и толщиной нанослоев соответственно 2 нм и 8 нм.

20 Согласно изобретению третий слой выполнен из чередующихся нанослоев нитрида титана и нитрида алюминия $TiN-AlN$ (30/70) с периодом повторяемости 12 нм, толщиной нанослоев 4 и 8 нм, суммарной толщиной 0,5-0,7 мкм. Как видно из изложенной сущности заявляемого технического решения, оно отличается от прототипа и, следовательно, является новым.

30 Заявляемое техническое решение обладает изобретательским уровнем. В основу изобретения поставлена задача улучшения многослойного, многослойного покрытия, содержащего нитрид титана, в котором вследствие выполнения покрытия из четырех слоев каждый из которых сформирован из нанослоев на предварительно азотированной поверхности, при этом первый слой выполнен из нанослоев титана, второй - из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана, третий и четвертый - из чередующихся нанослоев нитрида титана и нитрида алюминия при различных соотношениях толщины слоев, обеспечивается новый технический результат.

35 Он заключается не только в повышении износостойкости, но и в появлении стойкости к эрозии поверхности, например, золотникового диска, которая проявляется отсутствием микропаралин (повреждаемости) рабочей поверхности частицами, присущими в реальной рабочей жидкости, например, в авиационном топливе.

40 Из характеристики уровня техники видно, что улучшение известных технических решений в данной области техники направлено на усовершенствование конструкции и это приводит к появлению неоправданно сложных устройств, требующих в процессе эксплуатации дополнительных затрат на их обслуживание.

45 Заявляемое техническое решение принципиально отличается от известных тем, что обеспечивает существенное изменение технической характеристики, например, дискового золотника, проявляющееся в эрозионной стойкости, которая является следствием

существенного повышения твердости и износостойкости и, в результате, долговечности дисковой золотниковой пары в целом.

Фиг. 1 приведен дисковый золотник.

Фиг. 2 - структура износостойкого слоя.

5 Фиг. 3 - фрагмент протокола автоматизированной системы контроля процесса получения нанопокрyтия Ti-TiN с периодом повторяемости 10 нм и толщиной отдельных нанослоев соответственно 2 нм и 8 нм.

Фиг. 4 - фрагмент протокола автоматизированной системы контроля процесса получения нанопокрyтия TiN-AIN (50/50) с периодом повторяемости 20 нм и одинаковой 10 толщиной отдельных нанослоев.

Фиг.5 - фрагмент протокола автоматизированной системы контроля процесса получения нанопокрyтия TiN-AIN (30/70) с периодом повторяемости 12 нм и толщиной отдельных нанослоев 4 и 8 нм.

Плоский золотник (Фиг. 1) выполнен из стали 8X4B9Ф2-III, закаленной на твердость 15 ≥ 60 HRC и азотированной на глубину $h=0,05\dots 0,1$ мм с твердостью ≥ 900 HV. На поверхности А дискового золотника в зоне Т, контактирующей с седлом, выполнен износостойкий слой покрытия Avinit C320-ms1 на основе (Ti-Al-N), обеспечивающий эрозионную стойкость.

На фиг. 2 показана структура многослойного, износостойкого покрытия Avinit C320- 20 ms1.

На азотированной поверхности золотника, контактирующей с седлом (на фиг. не показано), сформирован первичный слой 1 Ti толщиной 0,2-0,3 мкм.

Слой 3 представляет собой нанопокрyтие TiN-AIN (50/50) с периодом повторяемости 20 нм и одинаковой толщиной отдельных нанослоев, суммарной толщиной 0,5-0,7 мкм 25 (Фиг.4).

Слой 4 представляет собой нанопокрyтие TiN-AIN (30/70) с периодом повторяемости 12 нм и толщиной отдельных нанослоев 4 и 8 нм. суммарной толщиной 0,5-0,7 мкм (Фиг.5).

В табл.1, приведенной ниже, показаны технические характеристики используемых 30 покрытий.

NN		Конструкция покрытия	Характеристики покрытий		Съем изделий в эксплуатации по причинам повреждения золотниковой пары	Ресурс эксплуатации, час
			Толщина, мкм	Микротвердость, HV		
1	Золотник без покрытия			900 HV	До 30%	200
2	Золотник с покрытием	Ti-(Ti-TiN)	1,0-2,0	2000 HV	До 30%	200
3	Золотник с покрытием	Ti-(Ti-TiN)-(TiN-AIN) (50/50)	1,0-2,0	3000 HV	До 10%	200
4	Золотник с покрытием AVINIT C320 - ms1	Ti-(Ti-TiN)(TiN-AIN)-(TiN-AIN)(50/50)-(TiN-AIN)-(30/70)	1,0-2,0	3500 HV	0%	4000

45 Как видно из таблицы, нанесение оптимизированного покрытия Avinit C320-ms1 (п.4 табл.1) на рабочую плоскость распределительного золотника существенно увеличивает сопротивление износу и обеспечивает высокую устойчивость поверхности к эрозии (повреждаемости) твердыми посторонними частицами за счет резкого увеличения

твёрдости до ≥ 3200 HV.

Длительность работы золотниковой пары при этом увеличена с 200 час до 4000 час. Золотник с покрытием Avinit C320-ms1 использован в деталях пар трения насосов-дозаторов и регуляторов артефатов топливopитания и регулирование авиадвигателей НД-450; НД450М; НД450С и НД-МС2.

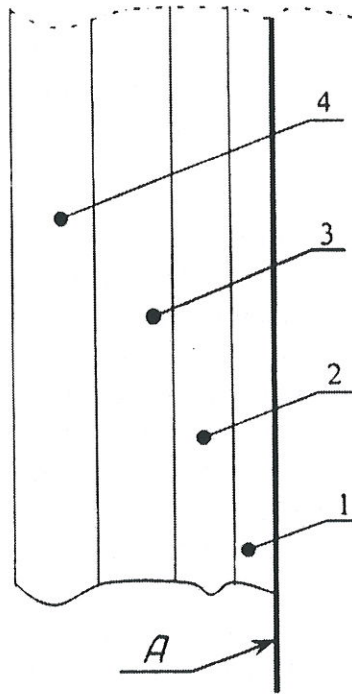
Формула изобретения

1. Многослойное покрытие, расположенное на предварительно азотированной поверхности, содержащее слои нитрида титана, отличающееся тем, что покрытие выполнено из четырех слоев, каждый из которых сформирован из нанослоев, при этом первый слой выполнен из нанослоев титана, второй - из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана, третий и четвертый выполнены из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана при разных соотношениях толщин нанослоев титана и нитрида титана выполненны с периодом повторности 10 нм и толщиной титана и нитрида титана выполненны с периодом повторности 0,2-0,3 мкм. 4. Многослойное покрытие по п. 2, отличающееся тем, что чередующиеся нанослои титана и нитрида титана выполнены с периодом повторности 2 нм и 8 нм.

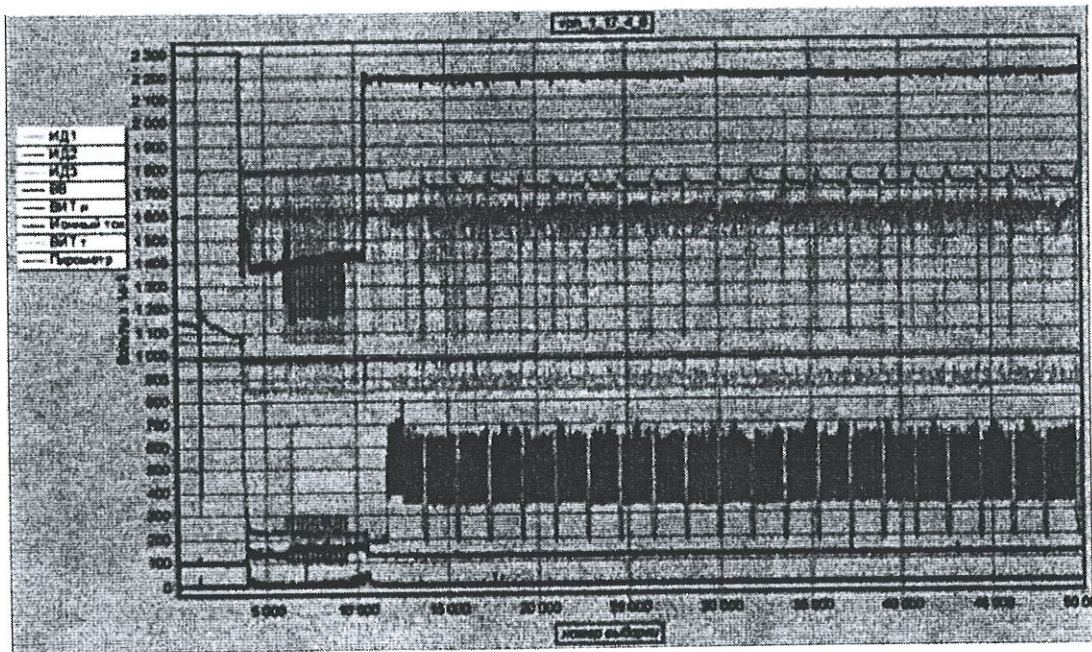
5. Многослойное покрытие по п. 2, отличающееся тем, что третий слой выполнен из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана (50/50) с периодом повторности 20 нм и одинаковой толщиной нанослоев, при этом суммарная толщина третьего слоя составляет 0,5-0,7 мкм.

6. Многослойное покрытие по п. 2, отличающееся тем, что четвертый слой выполнен из чередующихся нанослоев титана и нитрида титана и нитрида алюминия TiN-AlN (30/70) с периодом повторности 12 нм, толщиной отдельных слоев 4 нм и 8 нм, суммарной толщиной 0,5-0,7 мкм.

45
40
35
30

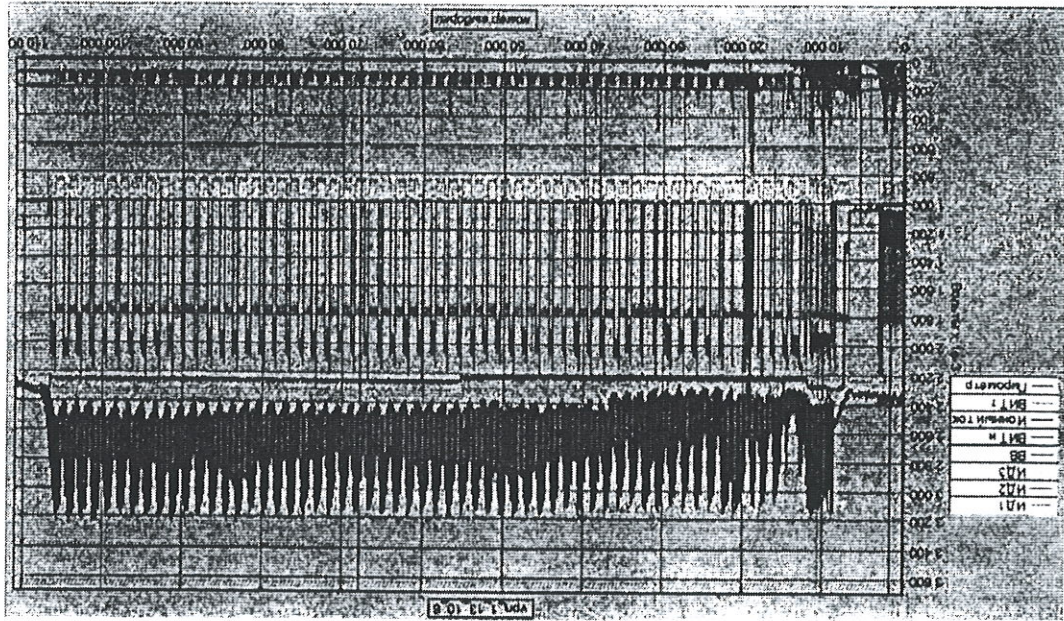


Фиг. 2



Фиг. 3

Фиг. 5



Фиг. 4

